

## 明 細 書

### 周波数合成装置及び周波数合成方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、2以上の周波数を合成して新たな周波数を得る周波数合成装置及び周波数合成方法に係り、特に、複数のバンドからなるマルチバンド・システムにおける各バンドの中心周波数を得る周波数合成装置及び周波数合成方法に関する。

[0002] さらに詳しくは、本発明は、基準となる周波数の分周と周波数加算により各バンドの中心周波数を得る周波数合成装置及び周波数合成方法に係り、特に、位相誤差や振幅誤差なく各バンドの中心周波数を得る周波数合成装置及び周波数合成方法に関する。

#### 背景技術

[0003] 有線方式によるLAN配線からユーザを解放するシステムとして、無線LANが注目されている。無線LANによれば、オフィスなどの作業空間において、有線ケーブルの大半を省略することができるので、パーソナル・コンピュータ(PC)などの通信端末を比較的容易に移動させることができる。近年では、無線LANシステムの高速化、低価格化に伴い、その需要が著しく増加してきている。特に最近では、人の身の回りに存在する複数の電子機器間で小規模な無線ネットワークを構築して情報通信を行なうために、パーソナル・エリア・ネットワーク(PAN)の導入が検討されている。例えば、2.4GHz帯や、5GHz帯など、監督官庁の免許が不要な周波数帯域を利用して、異なった無線通信システム並びに無線通信装置が規定されている。

[0004] 例えば、近年、「ウルトラワイドバンド(UWB)通信」と呼ばれる、きわめて微弱なインパルス列に情報を載せて無線通信を行なう方式が、近距離超高速伝送を実現する無線通信システムとして注目され、その実用化が期待されている。現在、IEEE802.15.3などにおいて、ウルトラワイドバンド通信のアクセス制御方式として、プリアンブルを含んだパケット構造のデータ伝送方式が考案されている。

[0005] ところで、室内で多数の機器が混在する作業環境下で無線ネットワークを構築した場合、複数のネットワークが重なり合って構築されていることが想定される。単一チャ

ネルを使用した無線ネットワークでは、通信中に他のシステムが割り込んできたり、干渉などにより通信品質が低下したりしても、事態を修復する余地はない。このため、周波数チャネルを複数用意し、周波数ホッピングして動作するというマルチチャネル通信方式が考えられている。例えば、通信中に干渉などにより通信品質が低下したときに、周波数ホッピングによりネットワーク動作を維持し、他のネットワークとの共存を実現することができる。

- [0006] また、室内で無線ネットワークを構築した場合、受信装置では直接波と複数の反射波・遅延波の重ね合わせを受信するというマルチパス環境が形成される。マルチパスにより遅延ひずみ(又は、周波数選択性フェージング)が生じ、通信に誤りが引き起こされる。そして、遅延ひずみに起因するシンボル間干渉が生じる。
- [0007] 主な遅延ひずみ対策として、マルチキャリア(多重搬送波)伝送方式を挙げることができる。マルチキャリア伝送方式では、送信データを周波数の異なる複数のキャリアに分配して伝送するので、各キャリアの帯域が狭帯域となり、周波数選択性フェージングの影響を受け難くなる。
- [0008] 例えば、マルチキャリア伝送方式の1つであるOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重)方式では、各キャリアがシンボル区間内で相互に直交するように各キャリアの周波数が設定されている。情報伝送時には、シリアルで送られてきた情報を情報伝送レートより遅いシンボル周期毎にシリアル／パラレル変換して出力される複数のデータを各キャリアに割り当ててキャリア毎に振幅及び位相の変調を行ない、その複数キャリアについて逆FFTを行なうことで周波数軸での各キャリアの直交性を保持したまま時間軸の信号に変換して送信する。また、受信時はこの逆の操作、すなわちFFTを行なって時間軸の信号を周波数軸の信号に変換して各キャリアについてそれぞれの変調方式に対応した復調を行ない、パラレル／シリアル変換して元のシリアル信号で送られた情報を再生する。
- [0009] OFDM変調方式は、例えばIEEE802. 11a/gにおいて無線LANの標準規格として採用されている。また、IEEE802. 15. 3においても、DSの情報信号の拡散速度を極限まで高くしたDS-UWB方式や、数100ピコ秒程度の非常に短い周期のインパルス信号列を用いて情報信号を構成して送受信を行なうインパルス-UWB方式

以外に、OFDM変調方式を採用したUWB通信方式についての標準化が進められている。OFDM\_\_UWB通信方式の場合、3. 1〜4. 8GHzの周波数帯をそれぞれ528MHz幅からなる複数のサブバンドを周波数ホッピング(FH)し、各周波数帯が128ポイントからなるIFFT/FFTを用いたOFDM変調が検討されている(例えば、非特許文献1を参照のこと)。

[0010] 図7には、マルチバンドOFDM\_\_UWB通信方式において規定されている周波数割り当てを示している。同図に示すように、中心周波数をそれぞれ3432MHz、3960MHz、4488MHzとするバンド#1〜#3からなるグループAと、中心周波数をそれぞれ5016MHz並びに5808MHzとするバンド#4及びバンド#5からなるグループBと、中心周波数をそれぞれ6336MHz、6864MHz、7392MHz、7920MHzとするバンド#6〜#9からなるグループCと、中心周波数をそれぞれ8448MHz、8976MHz、9504MHz、10032MHzとするグループ#10〜#13からなるグループDで構成される。

[0011] マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムでは、これら各バンドに対応した中心周波数を合成する必要がある。このうち、グループAの3バンドを用いることが義務化(mandatory)されているとともに、グループAとグループCの7バンドを用いることがオプションとして規定されている。それ以外のグループや帯域は将来の拡張のために用意されている。

[0012] 一般には、周波数切り替えにはPLL(Phase Lock Loop)により同一の発振周波数を逡倍することが考えられるが、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムにおいては、図7に示したようにチャンネルの切り替え幅が大きいという問題があり、単一のPLLではこのような広帯域での周波数切り替えを行なうことができない。

[0013] また、複数の発振器を備え、それぞれの周波数帯域を生成するようにすれば、高精度のマルチバンド・ジェネレータを構成することができるが、回路の面積や消費電力の点で問題となる。したがって、単一の発振器から分周により複数の周波数帯域を作りたいという技術的要望がある。

[0014] 例えば、発振器から出力される単一周波数に分周を繰り返し、各分周出力をミキシング(すなわち、周波数の和又は差のいずれかを出力する)により、マルチバンド・ジ

エネレーションを行なうことができる。

- [0015] 図8には、マルチバンドOFDMシステムで用いられるホッピングのための周波数合成ブロック(但し、グループAの3バンド・モードとする)の従来例を図解している(例えば、非特許文献1を参照のこと)。各バンドの中心周波数は、図示の通り、単一の発振器(例えば、TCXO)から得られる基準周波数を分周並びにミキサを用いて合成(周波数加減算)することができる。
- [0016] 同図に示す例では、発振器から出力される発振周波数をPLLにより逡倍して得られる周波数4224MHzを基準周波数とする。まず、8分の1分周により528MHzの周波数が取り出され、さらに2分の1分周により264MHzの周波数が取り出される。また、サンプル・クロックとして必要な528MHz分周により合成することができる。
- [0017] 次いで、SSB(Single Side Band)と記載されている各ミキサでは、528MHzと264MHzを用いて周波数的な加算を行ない、794MHzの周波数を得る。そして、選択器(Select)により264MHz又は794MHzの一方が選択され、後段のSSBにおいて所望の中心周波数を4224MHzと264MHzの周波数減算により3960MHzの周波数を得るとともに、4224MHzと264MHzの周波数加算により4488MHzの周波数を得、さらに4224MHzから792MHzの周波数減算により3422MHzの周波数を得ることができる。
- [0018] 図8中でSSBと記載されているミキサでは、それぞれの信号で互いに直交成分を用意し、下式に示すように三角関数の加法定理を用いて周波数の加算、減算を用いて周波数合成することができる。図9には周波数加算部の構成を示している。ここで、関数 $\text{rot}(x)$ を $\text{rot}(x) = \exp(2\pi jx)$ と定義する。
- [0019] また、図10には、グループAとグループCで構成される7バンド・モードに用いられる周波数合成ブロックの従来例を図解している。各バンドの中心周波数は、図示の通り、単一の発振器(例えば、TCXO)から得られる基準周波数を分周並びにミキサを用いて合成(周波数加減算)することができる。
- [0020] 同図に示す例では、発振器から出力される発振周波数をPLLにより逡倍して得られる周波数6336MHzを基準周波数とする。まず、3分の1分周により2112MHzの周波数が取り出され、続いて2分の1分周により1056MHzの周波数が取り出され、さ

らに2分の1分周が2回繰り返されて528MHz並びに264MHzの周波数が取り出される。また、サンプル・クロックとして必要な528MHzを分周により合成することができる。

[0021] また、同図に示す例では、周波数加減算を行なうSSBブロックが5個搭載されている。1つ目のSSBは、6336MHzと2112MHzの周波数減算により4224MHzの周波数を得る。また、2つ目のSSBは、1056MHzと528MHzの周波数加算により、1584MHzの周波数を得る。また、3つ目のSSBは、選択器により選択された1056MHz、1584MHz、528MHzのいずれかと6336MHzの周波数加減算を行なう。また、4つ目のSSBは、528MHzと264MHzの周波数加算により792MHzの周波数を得る。また、5つ目のSSBは、1つ目のSSBにより得られた4224MHzを、選択器により選択された792MHz又は264MHzのいずれかと周波数加減算する。そして、最終的には、3つ目のSSB又は4つ目のSSBとの周波数加減算結果が選択的に出力され、結果的に、グループA及びグループCで構成される7バンドの中心周波数を得ることができる。

[0022] 非特許文献1:IEEE802. 15. 3a TI Document<URL:<http://grouper.ieee.org/groups/802/15/pub/2003/May03> ファイル名:03142r2P802-15\_TI-CFP-Document. doc>

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

[0023] しかしながら、図8並びに図10に示したような従来の周波数合成ブロックにおいては、以下のような問題点がある。

[0024] (1)SSBにおいては三角関数の加算定理を用いるため(図9を参照のこと)、528MHz、264MHzで直交成分(cosに対するsin成分)を求めなくてはならず、位相誤差を生じる原因となる。

[0025] (2)SSBにおいては三角関数の加法定理を用いているため、乗算、加算と複雑な演算を行なう必要があり、位相誤差、振幅誤差の原因となる。

[0026] (3)選択器(Select)はアナログ・スイッチで構成され、位相誤差や回路規模増大の原因となる。

[0027] (4)特に図10に示した例ではSSBブロックの数が多く、乗算や加算など複雑な演算回路の規模が大きく、消費電力も大きくなる。

[0028] 例えば、UWB技術の適用例としての測距の解像度を向上するためには、マルチパス環境下における伝搬路特性を極力広帯域で細かい時間で測定し、受信信号の到来時刻  $\tau$  をより正確に測定することが重要である(これは、パルス幅が細かいことと同等である)。例えば1ナノ秒単位で測定することができると約30cmの分解能で測距を行なうことができる。

[0029] 他方、マルチバンドの無線通信システムにおいては、バンド毎に伝播路特性を推定することができる。ここで、各バンドにおける伝播路推定値をつなげて連続的な周波数特性と考えることにより、広帯域の伝搬路特性推定を実現することができる。しかしながら、サブバンド間で位相差があると、周波数特性は不連続となってしまうため、各サブバンドにおける伝搬路特性推定値を統合して広帯域の伝搬路特性推定値とすることはできない。

[0030] 本発明の目的は、複数のバンドからなるマルチバンド・システムにおける各バンドの中心周波数を好適に得ることができる、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供することにある。

[0031] 本発明のさらなる目的は、基準となる周波数の分周と周波数加算により各バンドの中心周波数を好適に得ることができる、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供することにある。

[0032] 本発明のさらなる目的は、位相誤差や振幅誤差なく各バンドの中心周波数を得ることができる、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供することにある。特に、各バンドの中心周波数の切替幅が大きいマルチバンド・システムに有効な優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供する。

[0033] 本発明のさらなる目的は、比較的小さな回路規模並びに低い消費電力で各バンドの中心周波数を得ることができる、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供することにある。特に、本出願人に既に譲渡されている特願2003-294942において開示される、複数のサブバンドに渡る連続的な広帯域伝送路特性の推定に有効な、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供する。

### 課題を解決するための手段

[0034] 本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、基準周波数を基に複数の周波数を合成する周波数合成装置であって、

複素平面上の8位相に対応する複素振幅を出力することにより、複素正弦波を生成する複素正弦波生成手段と、

前記複素正弦波と基準周波数を複素数乗算することにより周波数切り替えを行なう周波数切替手段と、

を具備することを特徴とする周波数合成装置である。

[0035] ここで、前記複素正弦波生成手段は、 $\{-1.7, -0.7, 0.7, 1.7\}$ の振幅を持つ2個の非線形DAコンバータで構成される。0.7はより具体的には $\sqrt{0.5}$ すなわち0.5の平方根である。

[0036] また、前記非線形DAコンバータの前記サンプリング周波数の $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 分周で出力される3ビットをデコードし、前記DAコンバータに対する入力データを決定する。このデコーダは、 $1/4$ 、 $1/8$ 分周を行なう際に、それぞれ90degの位相差を持つ分周出力を用いてデコードする。

[0037] OFDM\_UWBシステムにおけるグループAを構成する3バンドの中心周波数を生成する場合、本発明に係る周波数合成装置は、基準となる4224MHzの周波数を発振する発振器と、この基準周波数を $1/2$ 分周してサンプリング周波数としての2112MHzを得る分周器と、さらにこのサンプリング周波数を順次 $1/2$ 分周する3個の分周器と、これら分周器からの $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 分周で出力される3ビットの値を周波数選択に応じてデコードするデコーダと、このデコーダによるデコード値を入力として $\{-1.7, -0.7, 0.7, 1.7\}$ の振幅を出力する1組の非線形2ビットDAコンバータを用いて構成される。

[0038] 2組の非線形DAコンバータからは、複素平面上の8位相に対応する複素振幅が出力され、複素正弦波を生成することができる。したがって、位相の正方向に+1位相ずつ進むことにより、+264MHzが出力される。また、位相の正方向に-1位相ずつ進むことにより、-264MHzが出力される。また、位相の正方向に+3位相ずつ進むことにより、+792MHzが出力される。また、位相の正方向に-3位相ずつ進むことに

より、 $-792\text{MHz}$ が出力される。

[0039] そして、このような非線形DAコンバータの出力と、基準周波数である $4224\text{MHz}$ と周波数加算(複素数乗算)を行なうことにより、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムのグループAを構成する3バンドの各中心周波数 $4488\text{MHz}(=4224+264)$ 、 $3960\text{MHz}(=4224-264)$ 、 $3432\text{MHz}(=4224-792)$ を、位相誤差や振幅誤差なく得ることができる。

[0040] OFDM\_\_UWBシステムにおけるグループAを構成する3バンドに加え、さらにグループCを構成する4バンドの中心周波数を生成する場合には、基準となる $4224\text{MHz}$ 以外に $7128\text{MHz}$ の周波数を発振する発振器をさらに備える。また、前記周波数切替手段は、 $4224\text{MHz}$ と $7128\text{MHz}$ いずれかの基準周波数と前記複素正弦波生成手段の各出力周波数を選択的に複素数乗算することにより、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムのグループAを構成する3バンドの各中心周波数 $4488\text{MHz}$ 、 $3960\text{MHz}$ 、 $3432\text{MHz}$ を得るとともに、グループCを構成する各中心周波数 $7920\text{MHz}(=7128+792)$ 、 $7392\text{MHz}(=7128+264)$ 、 $6864\text{MHz}(=7128-264)$ 、 $6336\text{MHz}(=7128-792)$ をさらに得ることができる。

[0041] すなわち、本発明に係る周波数合成装置の構成によれば、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムのグループAを構成する各中心周波数 $4488\text{MHz}$ 、 $3960\text{MHz}$ 、 $3432\text{MHz}$ のすべての周波数で全く同じ回路を用いるので、互いに位相差や振幅差などの誤差を生じない。また、回路的に大きな周波数加算の回路を1つしか用いないので、回路規模の削減や低消費電力化を実現することができる。

#### 発明の効果

[0042] 本発明によれば、広帯域の複数のバンドからなるマルチバンド・システムにおける各バンドの中心周波数を好適に得ることができる、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供することができる。

[0043] また、本発明によれば、基準となる周波数の分周と周波数加算により各バンドの中心周波数を好適に得ることができる、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供することができる。

[0044] また、本発明によれば、位相誤差や振幅誤差なく各バンドの中心周波数を得ること



ができる、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供することができる。

[0045] また、本発明によれば、比較的小さな回路規模並びに低い消費電力で各バンドの中心周波数を得ることができる、優れた周波数合成装置及び周波数合成方法を提供することができる。本発明に係る周波数合成装置は、回路規模の大きくなる周波数加算の回路を1つしか用いずにマルチバンドを合成することができるので、回路規模の削減と低消費電力化を実現することができる。

[0046] 本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0047] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳解する。

[0048] 図1には、本発明の一実施形態に係る周波数合成装置の構成を模式的に示している。図示の周波数合成装置は、例えばマルチバンドOFDM\_UWB通信システムに適用され、基準となる周波数の分周と周波数加算により、グループAを構成する3バンドの各中心周波数を好適に得ることができる。

[0049] 図示の通り、周波数合成装置は、基準となる4224MHzの周波数を発振する発振器と、この基準周波数を1/2分周してサンプリング周波数としての2112MHzを得る分周器と、さらにこのサンプリング周波数を順次1/2分周する3個の分周器と、これら分周器からの1/2、1/4、1/8分周で出力される3ビットの値を周波数選択に応じてデコードするデコーダと、このデコーダによるデコード値を入力として{-1.7, -0.7, 0.7, 1.7}の振幅を出力する1組の非線形2ビットDAコンバータを備えている。ここで、0.7はより具体的には $\sqrt{0.5}$ すなわち0.5の平方根である。この2組の非線形DAコンバータからは、複素平面上の8位相に対応する複素振幅が出力され、複素正弦波を生成することができる。そして、周波数変換部では、この複素正弦波を用いて周波数切り替えを行なう。

[0050] まず、基準となる422MHzがTCXO(温度補償型水晶発振器)などの発振器から出力され、これと同時に互いに90degの関係があるI軸、Q軸の各信号が取り出される。

[0051] 基準周波数のI軸信号は、さらに順次1/2分周を繰り返し、2112MHz、1056M

Hz、528MHz、264MHzの周波数が得られる。

- [0052] 次いで、デコーダでは、非線形DAコンバータのサンプリング周波数の $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$ 分周すなわち1056MHz、528MHz、264MHzにおいて出力される3ビットからデコードを行なう。図2には、デコーダの真理値表を示している。
- [0053] 基準周波数のI軸信号を順次 $1/2$ 分周を繰り返し、2112MHz、1056MHz、528MHz、264MHzの周波数を得る。図3には、分周出力のタイミング・チャートを示している。264MHz、528MHz、1056MHzを得るとき、同時に互いに90degの関係がある分周出力(AIに対するAQ、BIに対するBQ、CIに対するCQ)を得る。図2に示した真理値表の最左欄の3ビットは、AI、BI、CIの反転値からなる。
- [0054] ここで、AIに対するAQ、並びにBIに対するBQを用いて、図2に示した真理値表の単純化を行ない、デコーダを図4に示すように単純化することができる。但し、同図において、乗算器は排他的論理輪(XOR)回路で置き換えることができる。
- [0055] 次いで、2個の非線形DAコンバータは、デコードされる数値を用いて、{00, 01, 10, 11}の入力に対して、それぞれ{-1.7, -0.7, 0.7, 1.7}の振幅を得る。具体的には、デコードからの出力01は、DC成分オフセットにより $\pm 0.5$ にレベル変換される。そして、各非線形DAコンバータは、デコーダから出力されるI1及びI0、並びにQ1及びQ0をそれぞれ2.4倍及び1.0倍に増幅したものを合計して、I軸及びQ軸の1組の{-1.7, -0.7, 0.7, 1.7}の振幅を持つ複素振幅を2112MHzのタイミングで出力する。ここで、0.7はより具体的には $\sqrt{0.5}$ すなわち0.5の平方根である。
- [0056] 図5には、2組の非線形DAコンバータの複素振幅を円周上にマッピングした様子を示している。同図に示すように、{-1.7, -0.7, 0.7, 1.7}の振幅を持つ各非線形DAコンバータからの出力は、円周上の8点にマッピングされる。
- [0057] 2個の非線形DAコンバータの出力はI軸及びQ軸の1組として複素平面上の8点にマッピングされるが、これは、複素平面上の8位相に対応する複素振幅を出力することにより、複素正弦波を生成することを意味する。例えば、デコーダの出力が(11, 10)であれば、非線形DAコンバータの出力は複素平面上の点( $(2.4 \times 0.5 + 1 \times 0.5)$ ,  $(2.4 \times 0.5 - 0.5)$ ) = (1.7, 0.7)にマッピングされる。また、デコーダの出

力が(10, 11)であれば、非線形DAコンバータの出力は複素平面上の点 $((2.4 \times 0.5 - 0.5), (2.4 \times 0.5 + 1 \times 0.5)) = (0.7, 1.7)$ にマッピングされる。また、デコーダの出力が(01, 11)であれば、非線形DAコンバータの出力は複素平面上の点 $((2.4 \times (-0.5) + 0.5), (2.4 \times 0.5 + 1 \times 0.5)) = (-0.7, 1.7)$ にマッピングされる。また、デコーダの出力が(00, 10)であれば、非線形DAコンバータの出力は複素平面上の点 $((2.4 \times (-0.5) - 0.5), (2.4 \times 0.5 - 0.5)) = (-1.7, 0.7)$ にマッピングされる。また、デコーダの出力が(00, 01)であれば、非線形DAコンバータの出力は複素平面上の点 $((2.4 \times (-0.5) - 0.5), (2.4 \times (-0.5) + 1 \times 0.5)) = (-1.7, -0.7)$ にマッピングされる。また、デコーダの出力が(01, 00)であれば、非線形DAコンバータの出力は複素平面上の点 $((2.4 \times (-0.5) + 0.5, (2.4 \times (-0.5) + 1 \times (-0.5)) = (-0.7, -1.7)$ にマッピングされる。また、デコーダの出力が(10, 00)であれば、非線形DAコンバータの出力は複素平面上の点 $((2.4 \times 0.5 - 0.5, (2.4 \times (-0.5) + 1 \times (-0.5)) = (0.7, -1.7)$ にマッピングされる。また、デコーダの出力が(11, 01)であれば、非線形DAコンバータの出力は複素平面上の点 $((2.4 \times 0.5 + 1 \times 0.5), (2.4 \times (-0.5) + 0.5)) = (1.7, -0.7)$ にマッピングされる。

[0058] したがって、図5からも判るように、位相の正方向に+1位相ずつ進むことにより、+264MHzが出力される。また、位相の正方向に-1位相ずつ進むことにより、-264MHzが出力される。また、位相の正方向に+3位相ずつ進むことにより、+792MHzが出力される。また、位相の正方向に-3位相ずつ進むことにより、-792MHzが出力される。

[0059] 周波数変換部(Frequency convert)では、このような非線形DAコンバータの出力と、基準周波数である4224MHzと周波数加算(複素数乗算)を行なうことにより、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムのグループAを構成する3バンドの各中心周波数4488MHz(=4224+264)、3960MHz(=4224-264)、3432MHz(=4224-792)を、位相誤差や振幅誤差なく得ることができる。

[0060] また、図6には、本発明の他の実施形態に係る周波数合成装置の構成を模式的に示している。図示の周波数合成装置は、例えばマルチバンドOFDM\_\_UWB通信シ

ステムに適用され、基準となる周波数の分周と周波数加算により、グループA及びグループCを構成する合計4バンドの各中心周波数を好適に得ることができる。

- [0061] 図6に示す周波数合成装置は、図1に示したグループAの3バンドの中心周波数を生成する周波数合成装置に対し、さらにグループC用の4番どの中心周波数を生成する回路モジュールが追加されている。
- [0062] 図示の例では、基準となる4224MHzの周波数を発振する発振器に加え、7128MHzの周波数を発振する発振器が装備されており、グループA又はグループCのいずれのモードに設定するかに応じて、選択的に切り替えて周波数変換部(Frequency convert)へ供給する。
- [0063] デコーダ及び非線形DAコンバータは、図1に示したものと略同一の構成である。すなわち、非線形DAコンバータは、複素平面上の8位相に対応する複素振幅を出力することにより、複素正弦波を生成する。
- [0064] そして、周波数変換部(Frequency convert)では、このようなDAコンバータの出力と、基準周波数である4224MHzあるいは7128MHzとの周波数加算(複素数乗算)を選択的行なうことにより、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムのグループAを構成する3バンドの各中心周波数4488MHz( $=4224+264$ )、3960MHz( $=4224-264$ )、3432MHz( $=4224-792$ )、あるいは同グループCを構成する4バンドの各中心周波数7920MHz( $=7128+792$ )、7392MHz( $=7128+264$ )、6864MHz( $=7128-264$ )、6336MHz( $=7128-792$ )を、位相誤差や振幅誤差なく選択的に得ることができる。
- [0065] 図1並びに図6に示したような周波数合成装置の構成によれば、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムのグループAを構成する各中心周波数4488MHz、3960MHz、3432MHzのすべての周波数でまったく同じ回路を用いるので、互いに位相差や振幅差などの誤差を生じない。また、回路的に大きな周波数加算の回路を1つしか用いないので、回路規模の削減や低消費電力化を失言することができる。
- [0066] [追補]
- 以上、特定の実施形態を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施形態の修正や代用を成し得

ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈するべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

### 図面の簡単な説明

- [0067] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る周波数合成装置の構成を模式的に示した図である。
- [図2]図2は、デコーダの真理値表を示した図である。
- [図3]図3は、分周出力のタイミング・チャートを示した図である。
- [図4]図4は、図2に示した真理値表を基にデコーダを単純化した回路図である。
- [図5]図5は、2組の非線形DAコンバータの複素振幅を円周上にマッピングした様子を示した図である。
- [図6]図6は、本発明の他の実施形態に係る周波数合成装置の構成を模式的に示した図である。
- [図7]図7は、マルチバンドOFDM\_\_UWB通信方式において規定されている周波数割り当てを示した図である。
- [図8]図8は、マルチバンドOFDMシステムで用いられるホッピングのための周波数合成ブロック(従来例)を示した図である。
- [図9]図9は、周波数加算部の構成を示した図である。
- [図10]図10は、グループAとグループCで構成される7バンド・モードに用いられる周波数合成ブロック(従来例)を示した図である。

## 請求の範囲

- [1] 基準周波数を基に複数の周波数を合成する周波数合成装置であって、  
複素平面上の8位相に対応する複素振幅を出力することにより、複素正弦波を生成する複素正弦波生成手段と、  
前記複素正弦波と基準周波数を複素数乗算することにより周波数切り替えを行なう周波数切替手段と、  
を具備することを特徴とする周波数合成装置。
- [2] 前記複素正弦波生成手段は、 $\{-1.7, -0.7, 0.7, 1.7\}$ の振幅を持つ2個の非線形DAコンバータで構成される、  
ことを特徴とする請求項1に記載の周波数合成装置。
- [3] 前記非線形DAコンバータのサンプリング周波数を順次1/2分周する分周手段と、  
、  
前記サンプリング周波数の1/2、1/4、1/8分周で出力される3ビットをデコードして前記非線形DAコンバータに対する入力データを生成するデコーダと、  
をさらに備えることを特徴とする請求項2に記載の周波数合成装置。
- [4] 前記デコーダは、1/4、1/8分周を行なう際に、それぞれ90degの位相差を持つ分周出力を用いてデコードする、  
ことを特徴とする請求項3に記載の周波数合成装置。
- [5] 基準周波数を4224MHzとし、該基準周波数の1/2分周して得られる2112MHzを前記非線形DAコンバータのサンプリング周波数とし、  
前記複素正弦波生成手段は、前記複素平面上で位相の正方向に+1位相ずつ進むことにより+264MHzを出力し、位相の正方向に-1位相ずつ進むことにより-264MHzを出力し、位相の正方向に+3位相ずつ進むことにより+792MHzを出力し、位相の正方向に-3位相ずつ進むことにより-792MHzを出力し、  
前記周波数切替手段は、該基準周波数と前記複素正弦波生成手段の各出力周波数を複素数乗算することにより、必要な周波数を得る、  
ことを特徴とする請求項3に記載の周波数合成装置。
- [6] 前記周波数切替手段は、該基準周波数と前記複素正弦波生成手段の各出力周波

数を複素数乗算することにより、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムのグループAを構成する各中心周波数である4488MHz、3960MHz、3432MHzを得る、ことを特徴とする請求項3に記載の周波数合成装置。

- [7] 基準となる4224MHz以外に7128MHzの周波数をさらに得て、  
前記周波数切替手段は、4224MHz以外に7128MHzいずれかの基準周波数と前記複素正弦波生成手段の各出力周波数を選択的に複素数乗算することにより、マルチバンドOFDM\_\_UWBシステムのグループCを構成する各中心周波数である7920MHz、7392MHz、6864MHz、6336MHzをさらに得る、ことを特徴とする請求項6に記載の周波数合成装置。
- [8] 基準周波数を基に複数の周波数を合成する周波数合成方法であって、  
複素平面上の8位相に対応する複素振幅を出力することにより、複素正弦波を生成する複素正弦波生成ステップと、  
前記複素正弦波と基準周波数を複素数乗算することにより周波数切り替えを行なう周波数切替ステップと、  
を具備することを特徴とする周波数合成方法。
- [9] 前記複素正弦波生成ステップは、 $\{-1.7, -0.7, 0.7, 1.7\}$ の振幅を持つ2組の非線形DA変換ステップで構成される、  
ことを特徴とする請求項8に記載の周波数合成方法。
- [10] 前記非線形DA変換ステップにおけるサンプリング周波数を順次1/2分周する分周ステップと、  
前記サンプリング周波数の1/2、1/4、1/8分周で出力される3ビットをデコードして前記DAコンバータに対する入力データを生成するデコーディング・ステップと、  
をさらに備えることを特徴とする請求項9に記載の周波数合成方法。
- [11] 前記デコーディング・ステップでは、1/4、1/8分周を行なう際に、それぞれ90degの位相差を持つ分周出力を用いてデコードする、  
ことを特徴とする請求項10に記載の周波数合成方法。
- [12] 基準周波数を4224MHzとし、該基準周波数の1/2分周して得られる2112MHzを前記非線形DA変換ステップにおけるサンプリング周波数とし、

前記複素正弦波生成ステップでは、前記複素平面上で位相の正方向に+1位相ずつ進むことにより+264MHzを出力し、位相の正方向に-1位相ずつ進むことにより-264MHzを出力し、位相の正方向に+3位相ずつ進むことにより+792MHzを出力し、位相の正方向に-3位相ずつ進むことにより-792MHzを出力し、

前記周波数切替ステップでは、該基準周波数と前記複素正弦波生成ステップにおける各出力周波数を複素数乗算することにより、必要な周波数を得る、ことを特徴とする請求項10に記載の周波数合成方法。

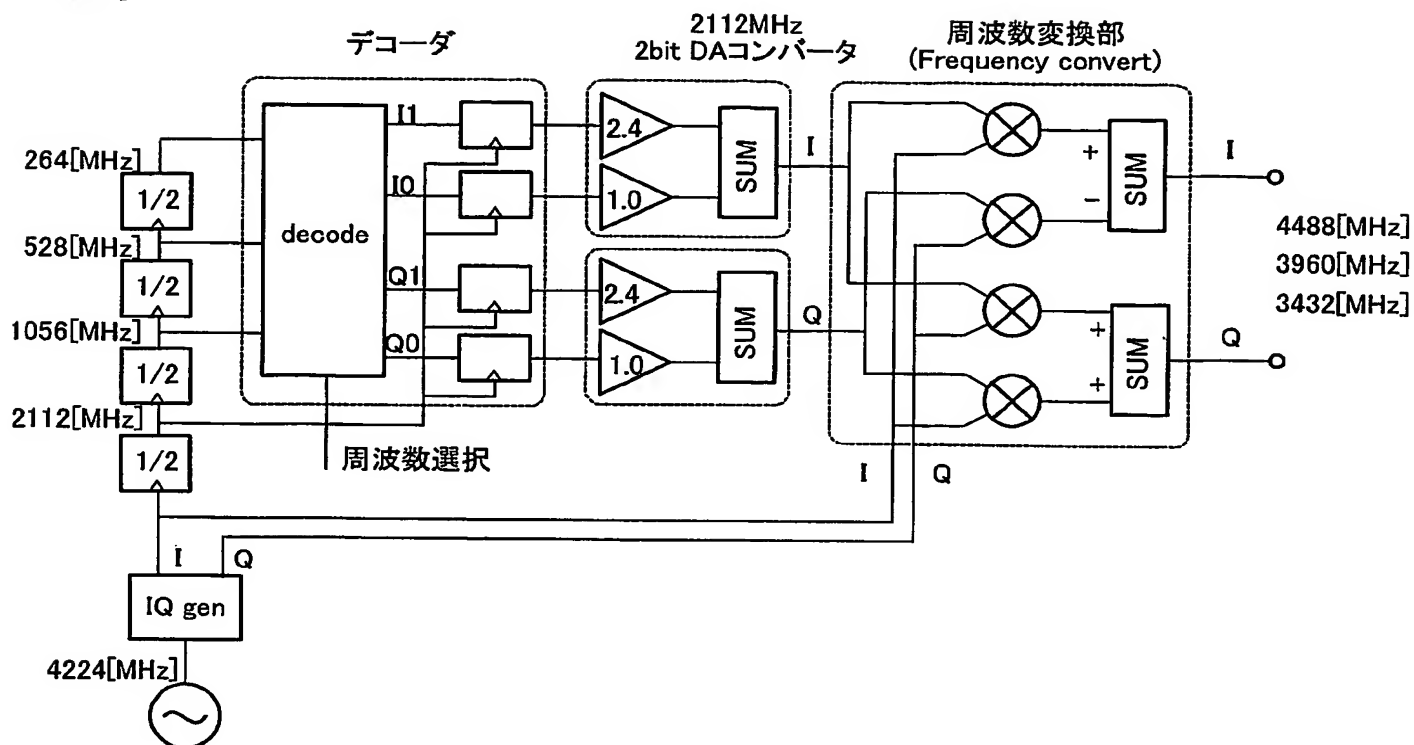
- [13] 前記周波数切替ステップでは、該基準周波数と前記複素正弦波生成ステップにおける各出力周波数を複素数乗算することにより、マルチバンドOFDM\_UWBシステムのグループAを構成する各中心周波数である4488MHz、3960MHz、3432MHzを得る、ことを特徴とする請求項10に記載の周波数合成方法。

- [14] 基準となる4224MHz以外に7128MHzの周波数をさらに得て、  
前記周波数切替ステップでは、4224MHz以外に7128MHzいずれかの基準周波数と前記複素正弦波生成ステップにおける各出力周波数を選択的に複素数乗算することにより、マルチバンドOFDM\_UWBシステムのグループCを構成する各中心周波数である7920MHz、7392MHz、6864MHz、6336MHzをさらに得る、ことを特徴とする請求項13に記載の周波数合成方法。



1/8

[図1]

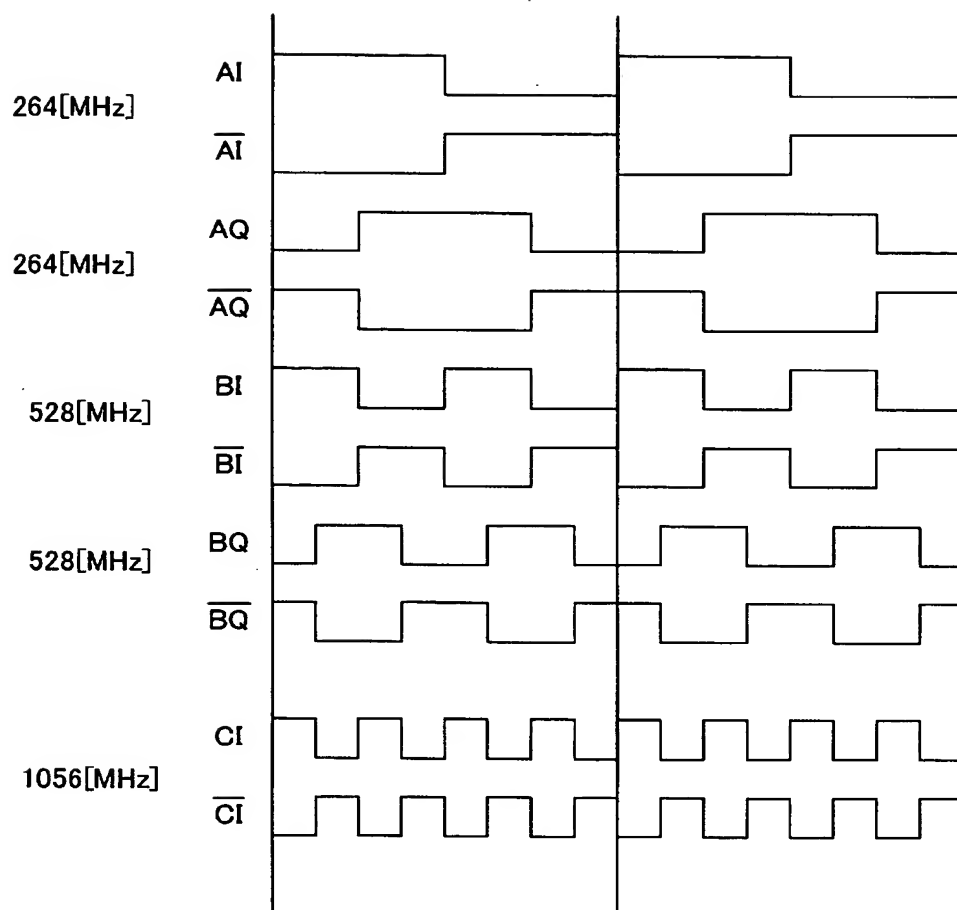


[図2]

デコーダの真理値表

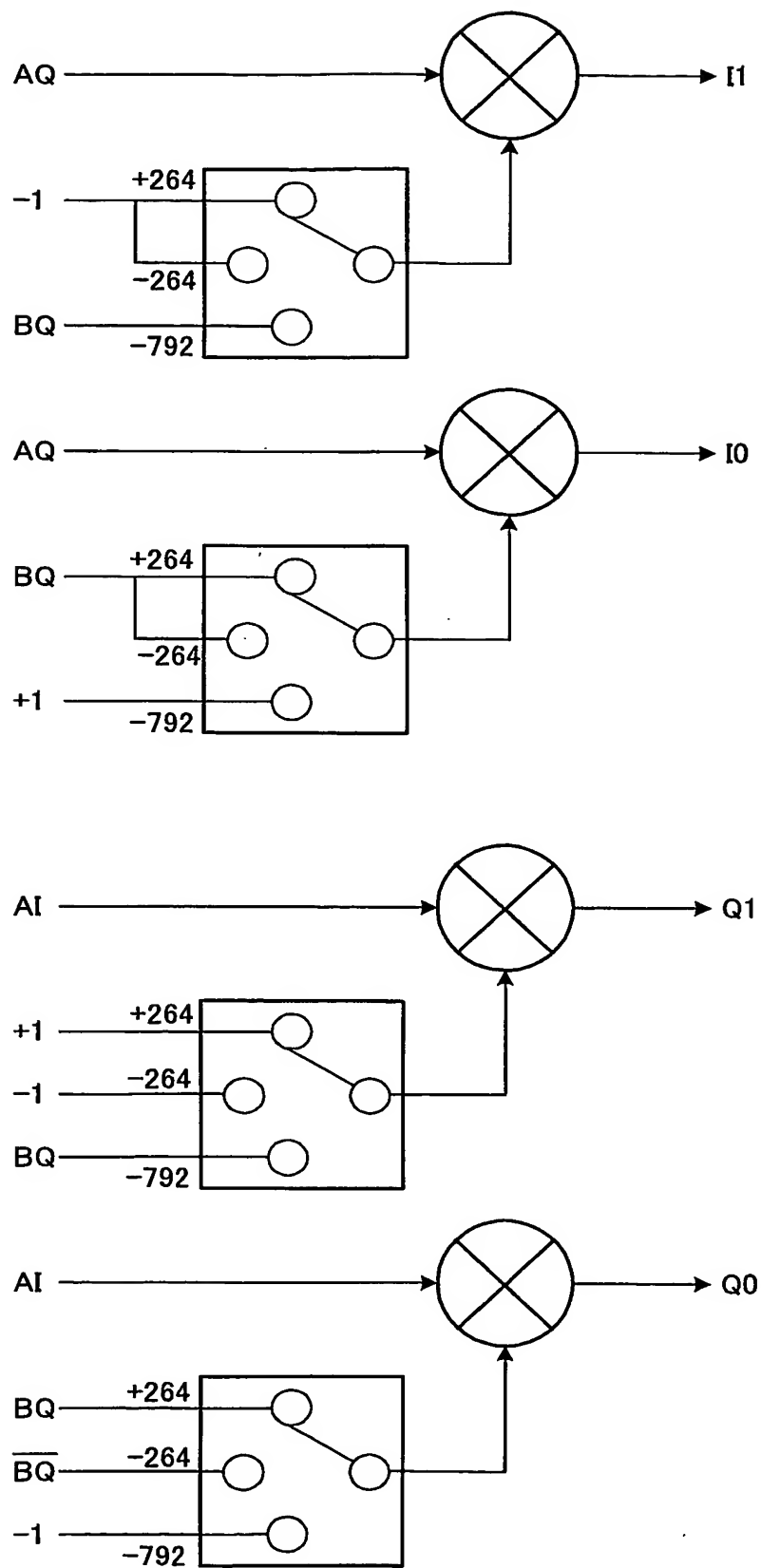
8divider	+264[MHz]	-264[MHz]	+792[MHz]	-792[MHz]
000	(11,10)	(11,01)	(10,11)	(10,00)
001	(10,11)	(10,00)	(00,01)	(00,10)
010	(01,11)	(01,00)	(11,01)	(11,10)
011	(00,10)	(00,01)	(01,11)	(01,00)
100	(00,01)	(00,10)	(01,00)	(01,11)
101	(01,00)	(01,11)	(11,10)	(11,01)
110	(10,00)	(10,11)	(00,10)	(00,01)
111	(11,01)	(11,10)	(10,00)	(10,11)

[図3]

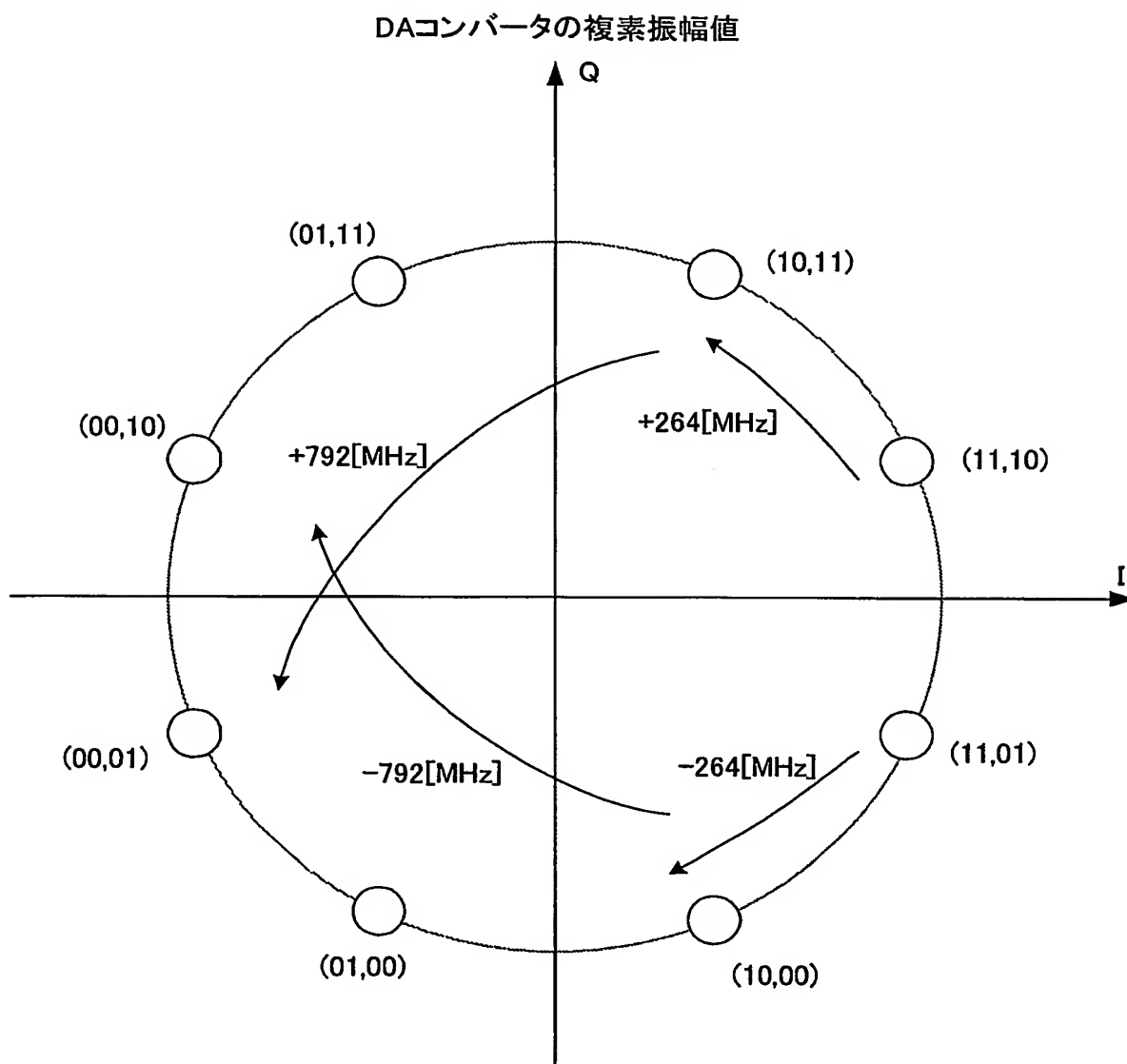


3/8

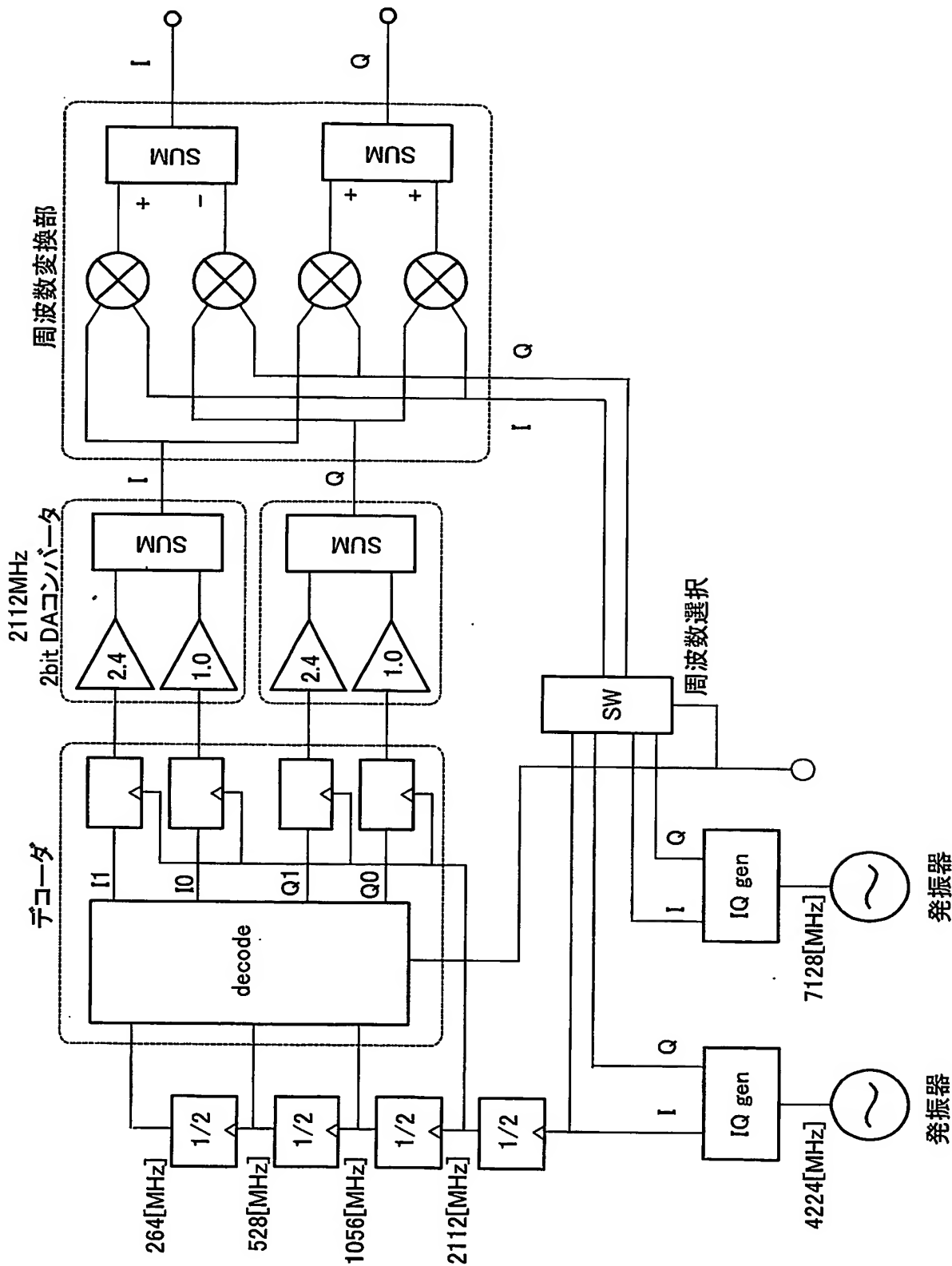
[図4]



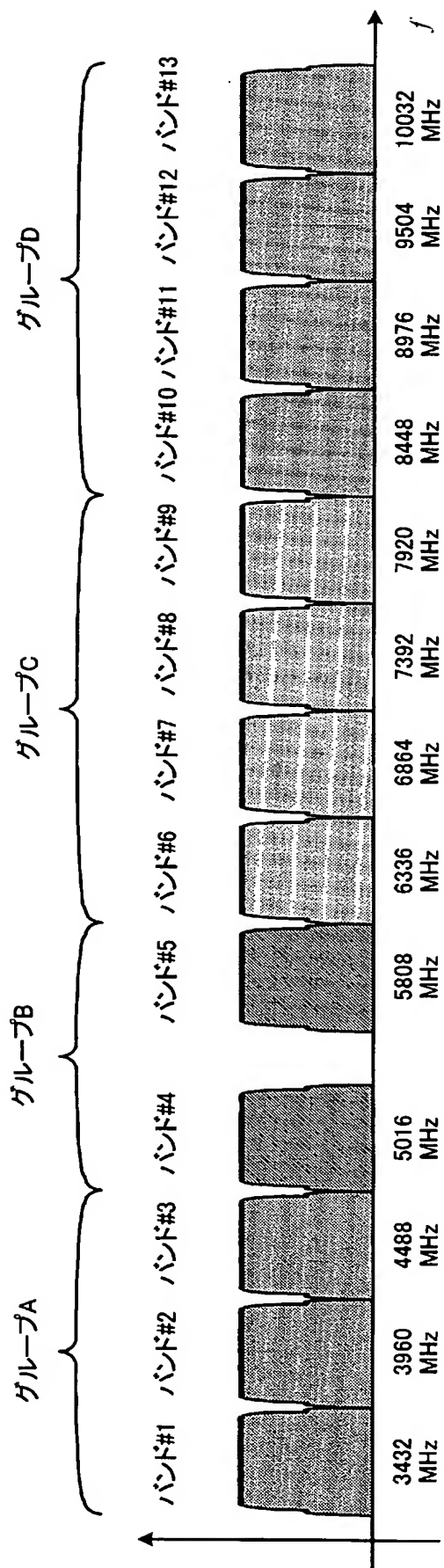
[図5]



[図6]

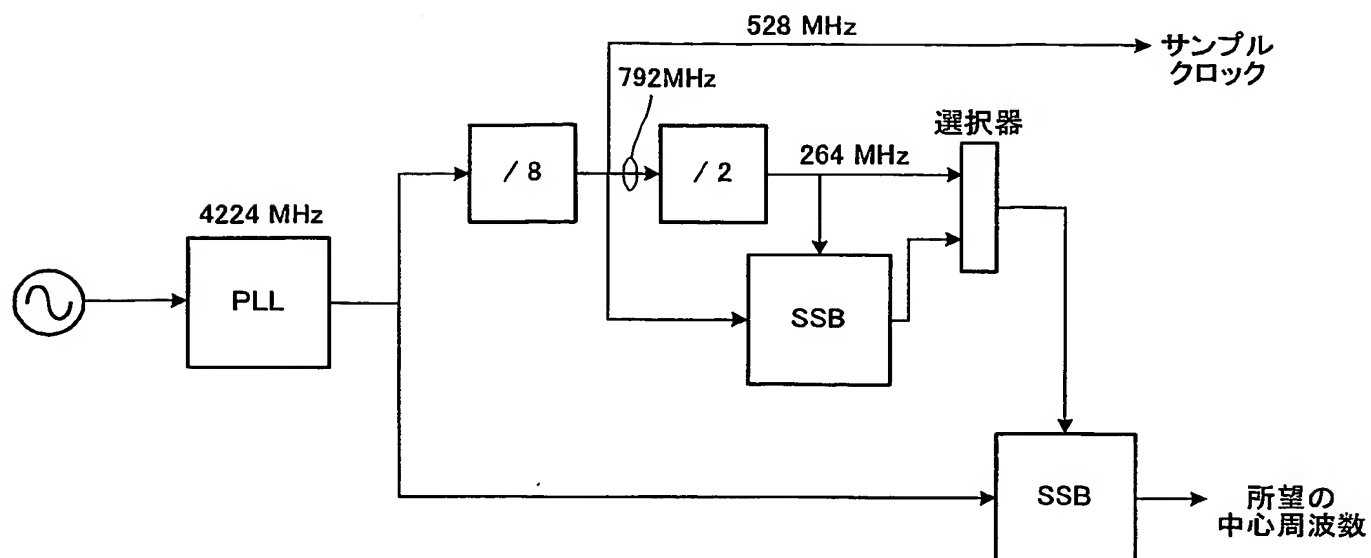


[図7]

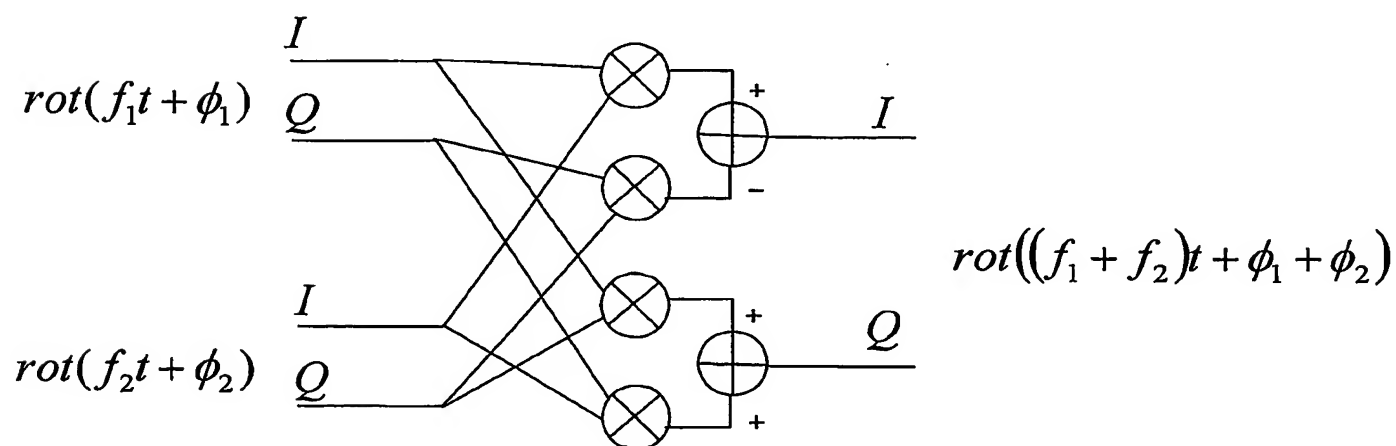


7/8

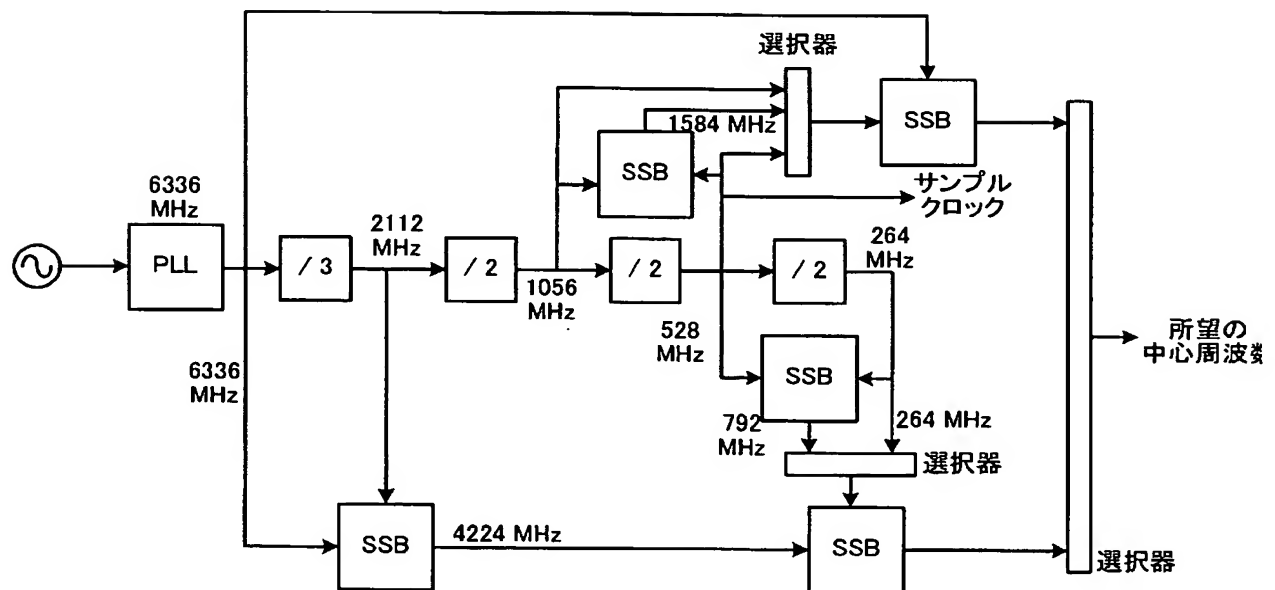
[図8]



[図9]



[図10]





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014922

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H04J11/00, H04L27/00, H03L7/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04J11/00, H04L27/00, H03L7/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 11-055036 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 26 February, 1999 (26.02.99), Figs. 2, 3 (Family: none)	1, 2, 8, 9 3-7, 10-14
X A	JP 11-234047 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 27 August, 1999 (27.08.99), Fig. 2 (Family: none)	1, 2, 8, 9 3-7, 10-14
X A	JP 04-288708 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 October, 1992 (13.10.92), Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 8, 9 3-7, 10-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
21 December, 2004 (21.12.04)

Date of mailing of the international search report  
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/014922

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-330962 A (New Japan Radio Co., Ltd.), 30 November, 1999 (30.11.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 02-166904 A (NEC Corp.), 27 June, 1990 (27.06.90), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 64-060021 A (NEC Corp.), 07 March, 1989 (07.03.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 63-084320 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 April, 1988 (14.04.88), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 10-041816 A (Advantest Corp.), 13 February, 1998 (13.02.98), Full text; all drawings (Family: none)	5

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04J11/00, H04L27/00, H03L7/22

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04J11/00, H04L27/00, H03L7/22

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年

日本国公開実用新案公報 1971年-2004年

日本国登録実用新案公報 1994年-2004年

日本国実用新案登録公報 1996年-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 11-055036 A (国際電気株式会社)、 1999.02.26, 第2図, 第3図 (ファミリーなし)	1, 2, 8, 9 3-7, 10-14
X A	JP 11-234047 A (国際電気株式会社)、 1999.08.27, 第2図 (ファミリーなし)	1, 2, 8, 9 3-7, 10-14
X A	JP 04-288708 A (三菱電機株式会社)、 1992.10.13, 第1図 (ファミリーなし)	1, 2, 8, 9 3-7, 10-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.12.2004

国際調査報告の発送日

11.1.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高野 洋

5K

9647

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 11-330962 A (新日本無線株式会社) , 1999. 11. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	J P 02-166904 A (日本電気株式会社) , 1990. 06. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	J P 64-060021 A (日本電気株式会社) , 1989. 03. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	J P 63-084320 A (松下電器産業株式会社) , 1988. 04. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	J P 10-041816 A (株式会社アドバンテスト) , 1998. 02. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**